

РОЗРАХУНОК ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ НАПІВТОНОВИХ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ В МЕДИЧНИХ СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Поворознюк А. І., Антоненко Г. І., Брагін Д. В.

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний
інститут»*

61002, Харків, вул. Кирпичова 2, кафедра ОТП, тел. (057) 707-60-19

E-mail: ai.povoroznjuk@gmail.com

Впровадження інформаційних технологій в медичну практику привело до створення широкого спектру медичних інформаційних систем (МІС) від електронних історій хвороби до складних систем підтримки прийняття рішень (СППР). Найбільшого поширення МІС отримали в складі діагностичних комплексів, за допомогою яких проводяться різні інструментальні обстеження пацієнтів.

Переважає більшість діагностичної інформації містять дані, які одержують при візуалізації і морфологічному аналізі (виділення діагностично-значущих структурних елементів на фоні перешкод) біомедичних сигналів та зображень [1]. Медичні зображення (рентгенограми, мамограми, УЗД та ін.) є одним з важливих засобів отримання візуальної інформації про внутрішні структури і функції людського тіла, яка не сприймається безпосередньо зором.

Існуючі методи обробки зображень мають обмежену сферу застосування при обробці медичних зображень, так як зазначені зображення є малоконтрастними, містять значну шумову складову, а діагностичні елементи - значну варіабельність. Крім того, деякі елементи мають нерегулярну (фрактальну) структуру (наприклад - мікрокальцинати в мамографії).

Метою роботи є розробка спеціалізованих методів морфологічного аналізу та подальшої класифікації, які засновані на врахуванні особливостей розглянутих зображень у вигляді моделей корисних сигналів, зокрема моделей фрактальної розмірності.

Формалізація методу. Напівтонове зображення задано множиною пікселів $F = \{Z_{ij}, i = \overline{0, k}, j = \overline{0, l}\}$, де $Z_{ij} \in \{0, 255\}$ – значення інтенсивності пікселів з координатами (i, j) . Оскільки градація сірого визначена тільки для пікселів, F можна розглядати як функцію від цілочисельних аргументів. Довизначимо F для точок з дійсними координатами (x, y) , $i \leq x < i+1$, $j \leq y < j+1$, тоді ми можемо говорити про площу поверхні графіка побудованої функції F .

Розрахунок фрактальної розмірності функції градації сірого F виконується ітераційно для $\delta = 1, 2, \dots, 127$. При цьому навколо поверхні Z_{ij} будується спеціальне δ -паралельне тіло товщиною 2δ , яке визначається

верхньою $u_{\delta}(i, j)$ і нижньою $b_{\delta}(i, j)$ поверхнями. Обчислюється його об'єм $V_{\delta} = \sum_{i,j} (u_{\delta}(i, j) - b_{\delta}(i, j))$, площа поверхні $S_{\delta} = V_{\delta} / 2\delta$ і фрактальна

розмірність поверхні $D = 2 - \log_2 S_{\delta} / \log_2 \delta$. З огляду на те, що фрактальна розмірність D буде відрізнятися при різних δ , середнє значення відношення $\log_2 S_{\delta} / \log_2 \delta$ визначається методом найменших квадратів як кутовий коефіцієнт a_1 лінійної регресії $y = a_0 + a_1 x$ в координатах $x = \log_2 \delta$; $y = \log_2 S_{\delta}$.

Програмна реалізація та тестова перевірка. При програмній реалізації наведеного вище методу обґрунтовано вибір операційної системи (ОС) Windows, яка займає майже 90% ринку ОС для персональних комп'ютерів. Крім того, її API дозволяє ефективно побудувати необхідний інтерфейс користувача. Мовою програмування було обрано мову C#, яка дозволяє використовувати безпосередньо API системи Windows, має гнучкі можливості для роботи з пам'яттю, має багато бібліотек для роботи з інтерфейсом.

Розроблений програмний продукт «FractalMed» має наступні можливості: відкриття зображень різних форматів; перегляд зображення; приближення та віддалення; вибір області розрахунку фрактальної розмірності; розрахунок фрактальної розмірності та класифікація на класи норма/патологія. При тестуванні проаналізовано 60 мамограм, серед них 40-без явних патологій і 20-з патологічними структурами різних типів (пухлини, внутрішньопротокові утворення та мікрокальцинати). Була розрахована фрактальна розмірність всього зображення та виділених фрагментів. Показано, що фрактальна розмірність всього зображення не дає статистично-значимих результатів про наявність чи відсутність патологій, але фрактальна розмірність виділених фрагментів, є статистично-значимою характеристикою наявності/відсутності патологій.

Висновки. Показана можливість використання фрактальної розмірності для класифікації мамограм на класи норма / патологія при скринінговому обстеженні пацієнтів в медичних системах підтримки прийняття рішень (СППР). Програмна реалізація розробленого методу у вигляді DLL-модулів в складі СППР дозволять лікарям підвищити достовірність діагностики та вибору адекватної лікувальної тактики.

Список літератури

1. Поворознюк А.И. Основные этапы обработки изображений при проектировании биотехнических систем в медицинской радиологии / Д.А. Бойко, А.И. Поворознюк, А.Е. Филатова // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків: ХУПС, 2012. – Вип. 2(31). – С. 85-88.